

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-233139  
 (43)Date of publication of application : 05.09.1997

(51)Int.Cl.

H04L 27/22

(21)Application number : 08-032533  
 (22)Date of filing : 21.02.1996

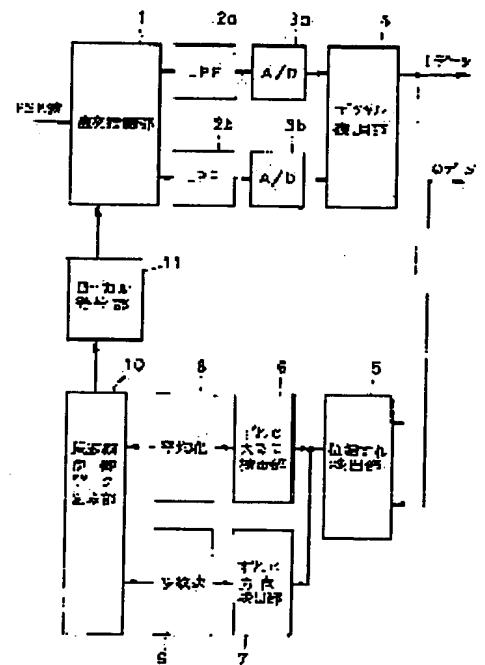
(71)Applicant : NEC CORP  
 (72)Inventor : SATO TORU

## (54) AUTOMATIC FREQUENCY CONTROLLER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To lock its frequency to a desired local frequency quickly at a control speed depending on the deviation of the local frequency even when noise (deteriorated C/N) becomes large at demodulation of a received PSK wave.

SOLUTION: This controller is provided with a means 6 extracting only phase shift quantity information only to process separately phase shift data for the quantity of phase shift and a direction of the phase shift, a means 8 averaging only the quantity of phase shift, a means 7 extracting only information of phase shift direction and a means 9 taking majority decision of the phase shift direction information only and selecting a majority direction. The frequency of a local frequency generating section is controlled according to the mean value and the majority decision. Thus, even when the C/N is deteriorated, the frequency is controlled at a speed corresponding to the magnitude of the local phase shift.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.02.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2996167

[Date of registration] 29.10.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 告 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-233139

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号 庁内整理番号

物理卷目

F I  
H04L 27/22

技術表示箇所

(21) 出庫番号 特面平8-32533

(22) 出願日 平成8年(1996)

(22)出願日 平成8年(1996)2月21日

(71)出願人 0000004237

(71) 山頃人 000004237

日本電氣株式會社  
東京總社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 佐藤 亨

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

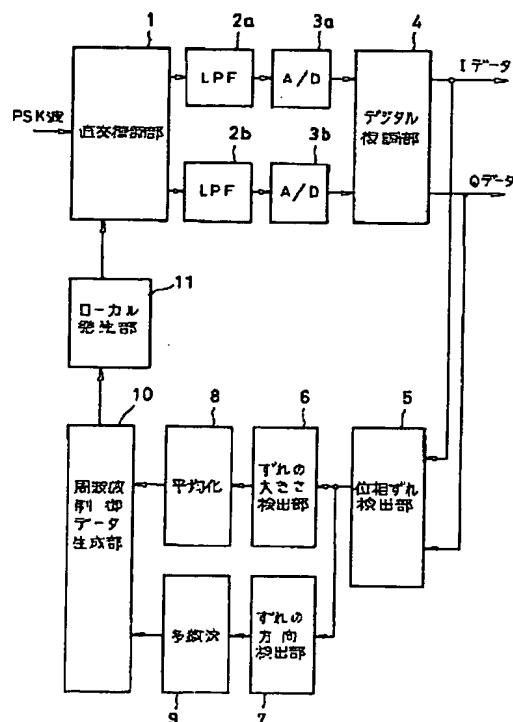
(74) 代理人 弁理士 △柳▽川 信

(54) 【発明の名称】 自動周波数制御装置

(57) 【要約】

【課題】 受信 P S K 波の復調時に、加わる雑音が大きくなつた ( $C/N$  が悪化した) 場合でも、ローカル周波数ずれの大きさに応じた制御速度で、望ましいローカル周波数に素早く引き込むことのできる自動周波数制御方式を提供する。

【解決手段】 位相ずれのデータを位相ずれの大きさと位相ずれの方向とを別々に処理するために、位相ずれの大きさ情報のみを取り出す手段6と、位相ずれの大きさのみを平均化する手段8と、位相ずれ方向の情報のみを取り出す手段7と、位相ずれ方向の情報の多数決をとり多い方の方向を選択する手段9とを有する。これ等平均値と多数決とに従ってローカル発生部の周波数を制御する。これによって、C/Nが悪化した場合でも、ローカル周波数ずれの大きさに対応した速度で、制御を行うことが可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信P S K波をローカル周波数を用いて直交復調し、これ等直交復調出力の位相ずれを検出してこの位相ずれに応じて前記ローカル周波数を制御するようにした自動周波数制御装置であって、前記直交復調出力の位相ずれの大きさ及びその方向を検出する位相ずれ検出手段と、前記位相ずれの大きさの所定期間における平均値を算出する平均値算出手段と、前記ずれの方向の所定期間における多数決をとる多数決手段と、前記平均値と前記多数決とに従って前記ローカル周波数の制御データを生成する制御データ生成手段とを含むことを特徴とする自動周波数制御装置。

【請求項2】 前記制御信号生成手段は、前記多数決手段の多数決結果が位相ずれの方向を示していない場合に、前記制御信号を変化せしめないよう構成されていることを特徴とする請求項1記載の自動周波数制御装置。

【請求項3】 前記位相ずれ検出手段は、前記直交復調出力を夫々デジタル復調したI及びQデータをアドレス入力とし、これ等アドレスに対応して予め位相ずれデータが格納されたメモリであることを特徴とする請求項1または2記載の自動周波数制御装置。

【請求項4】 前記制御信号生成手段は、前記平均値のデータと前記多数決のデータとをアドレス入力とし、これ等アドレスに対応して予め前記制御データが格納されたメモリを有することを特徴とする請求項1～3いずれか記載の自動周波数制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は自動周波数制御装置に関し、特に受信P S K波をローカル周波数を用いて直交復調し、これ等直交復調出力の位相ずれを検出してこの位相ずれに応じてローカル周波数を制御するようにした自動周波数制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のこの種の自動周波数制御機能を有する受信P S K波のデジタル復調装置の例を、図7のブロック図に示している。図7において、受信P S K波は直交復調部1へ入力されてローカル発生部11から発生されるローカル周波数を用いて直交復調される。

【0003】 この直交復調部1は、図8に示す如く、受信P S K波を同相で2分配する0度2分配器101と、ローカル周波数を直交2分配する90度2分配器103と、P S K波とローカル周波数の正相分との乗算をなす乗算器102と、P S K波とローカル周波数の直交分との乗算をなす乗算器104とを有している。

【0004】 こうして直交復調された復調信号はL P F(ローパスフィルタ)2a, 2bを介してA/D変換器3a, 3bへ夫々入力され、デジタル化される。これ等デジタル信号は復調部4においてIデータとQデータとに夫々復調され導出されることになる。

【0005】 これ等Iデータ及びQデータは位相ずれ検出部5へ入力され、これ等両データに基づいて位相ずれが検出される。この位相ずれの検出方法としては、例えば、これ等両データを基に図2に示す如き位相平面上での信号点配置(コンスタレーション)を描き、本来の位置(図2(A)の黒点位置)からの位相ずれδθ(図2(B)参照)を各データ毎に算出して行われる。

【0006】 平均化回路部12において、これ等各々の位相ずれデータを平均化し、周波数制御データ生成部10にてローカル発生部11の周波数制御用データに変換することにより、ローカル周波数の制御が行われるようになっている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 従来のこの種の自動周波数制御方式では、加わる雑音が大きくなる(C/Nが悪化する)と、周波数制御速度が遅くなつて引込み時間が長くなるという欠点がある。

【0008】 その理由は、例えばQ P S Kを使用した伝送システムの場合、データの位相ずれは±45度の範囲でしか考えることができないが、ローカル周波数がずれた状態でC/Nが悪化すると、図3(B)に示すように、±45度を越えるデータが生じるようになる。この±45度を越えた位相ずれデータは、図4(B)の位相ずれ度数分布に示すように、逆方向の位相ずれデータとして扱われてしまう。このため、単純に位相ずれデータをそのまま平均化すると、この逆方向の位相ずれデータにより、位相ずれデータの平均値が下がり、周波数制御の速度を遅くしてしまう。

【0009】 尚、特開平2-222343号公報には、位相ずれデータの平均化速度をデジタル復調部からの復調データのレベルに応じて変化させる技術が開示されているが、位相ずれデータをそのまま平均化する点においては、図7に示した従来例と同様である。

【0010】 また、特開昭58-210713号公報では、位相ずれのデータを連続的に使用せず、ある条件を満足する場合のみ使用してローカル周波数を制御する技術が開示されているが、位相ずれデータをそのまま平均化する点において、図7に示した従来例と同様である。

【0011】 本発明の目的は、受信側ローカル周波数を送信側のそれと素早く一致させることができる様にした自動周波数制御装置を提供することである。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】 本発明によれば、受信P S K波をローカル周波数を用いて直交復調し、これ等直交復調出力の位相ずれを検出してこの位相ずれに応じて前記ローカル周波数を制御するようにした自動周波数制御装置であつて、前記直交復調出力の位相ずれの大きさ及びその方向を検出する位相ずれ検出手段と、前記位相ずれの大きさの所定期間における平均値を算出する平均値算出手段と、前記ずれの方向の所定期間における多数

決をとる多数決手段と、前記平均値と前記多数決とに従って前記ローカル周波数の制御データを生成する制御データ生成手段とを含むことを特徴とする自動周波数制御装置が得られる。

## 【0013】

【発明の実施の形態】本発明の作用を述べると、本発明の自動周波数制御方式は、位相ずれのデータを位相ずれの大きさと位相ずれの方向とを別々に処理する。位相ずれの大きさ情報のみを取り出し、一定期間のデータを平均化することによって、C/Nが悪化した場合でも、ローカルの周波数ずれの大きさに対応した速度で、制御を行うことを可能にする。また、位相ずれ方向の情報のみを取り出し、同様に一定期間のデータの位相ずれ方向の情報の多数決を取り、多い方の方向を選択することによって、制御する方向（周波数を下げる方向か、周波数を上げる方向か）を確実に選択できる。

【0014】以下、図面を用いて本発明の実施例について詳述する。

【0015】図1は本発明の実施例のブロック図であり、図7と同等部分は同一符号により示している。図1において、例えばQPSK変調方式によりデジタル復調された信号は、直交復調部1においてローカル発生部11の出力信号を用いて周波数変換され、互いに90度の位相差をもつ2つの信号に変換される。これ等の信号は、LPF2a, 2bによって高周波成分が取り除かれ、ベースバンド信号となる。

【0016】これ等の互いに90度の位相差を持つベースバンド信号は、A/D変換器3a, 3b及びデジタル復調器4によって、デジタルデータ（一方をIデータ、他方をQデータと呼ぶ）に変換され、出力される。

【0017】位相ずれ検出部5では、これらのIデータ、Qデータを基に位相ずれデータを生成する。QPSK変調方式を採用したシステムを考え、位相ずれ検出器5の動作を図2, 3を用いて説明する。

【0018】C/Nが良く、ローカルの周波数と合っている状態では、図2 (A) の様なコンスタレーションとなる。C/Nが良い状態のままで、ローカルの周波数がずれた場合には、コンスタレーションは図2 (B) の様に、θだけ同図 (A) を回転したものとなる。この回転方向は、ローカル周波数のずれた方向により一意的に決定される。

【0019】C/Nが悪い場合のコンスタレーションは、C/Nが良い場合のコンスタレーションの信号点分布を広くしたものとなる。図3 (A) は、C/Nが悪く、ローカル周波数が合っている状態でのコンスタレーションであり、図3 (B) は、C/Nが悪く、ローカル周波数がずれた状態でのコンスタレーションである。

【0020】位相ずれ検出部5では、一つ一つのデータについて、本来あるべき位相からのずれθの大きさと方向（左回りを正、右回りを負）を合わせて位相ずれデータ

ークとし、±45度フルスケールとした量子化を行って出力する。図4 (A) は、図3 (A) の状態において、連続する19個のデータを取り出し、4ビットで直線量子化した場合の夫々の位相ずれデータの値に対する度数分布を示している。また、図4 (B) は、図3 (B) の状態において、連続する19個のデータを取り出し、4ビットで量子化した場合のものである。

【0021】ずれの大きさ検出部6では、位相ずれデータの絶対値を取り出力する。平均化回路部8では、位相ずれデータの絶対値を適度に平均化して出力する。例えば、図4の場合で考えると、(A) の場合の平均値は、

$$(3 \times 1 + 2 \times 2 + 1 \times 4 + 0 \times 5 + 1 \times 4 + 2 \times 2 + 3 \times 1) / 19 = 1.16$$

となり、(B) の場合の平均値は、

$$(3 \times 1 + 4 \times 2 + 5 \times 4 + 6 \times 5 + 7 \times 4 + 7 \times 2 + 6 \times 1) / 19 = 5.74$$

となる。

【0022】この平均化回路部8の平均化するデータの数を大きくすると、位相ずれデータの変化に対し、出力の変化を遅くすることができ、逆に平均化するデータを少なくすると、出力の変化は速くすることができる。

【0023】一方、ずれの方向検出部7では、位相ずれデータの符号部のみを取り出力する。通常の場合、位相ずれ検出部5の位相ずれデータのMSB（最上位ビット）のみを出力することになる。

【0024】多数決回路9では、ある一定の数の入力データの中で、正のデータの数と負のデータの数をコンパレータで比較し、正のデータが多い場合と、負のデータが多い場合と、正のデータと負のデータが等しい場合（概ね等しい場合でも良い）との3つの場合に夫々対応した3ビットを出力する。

【0025】図4の場合で考えると、(A) の場合には、正のデータの数と負のデータの数とは同じであるので、正のデータの数と負のデータの数が等しいことを表すビットに1を立てる。(B) の場合には、明らかに正のデータの方が多いので、正のデータが多いことを表すビットに1を立てる。それ以外の場合、すなわち負のデータが多い場合には、負のデータが多いことを示すビットに1を立てる。

【0026】平均化と同様、多数決を行うデータの数を大きくすると、出力データの変化速度は遅くなり、データの数を少なくすると、出力データの変化は速くなる。通常は、平均化を行うデータの数と合わせるが、異なった範囲とすることも可能である。

【0027】周波数制御データ生成部10では、平均化回路8と多数決回路部9のデータを合成し、ローカル発生部11へ周波数制御データを出力する。多数決回路部9の出力が、正のデータの数が多い場合には、平均化回路部8の出力データに正の符号を付け周波数制御データを生成する。負のデータの数が多い場合には、平均化回

路部8の出力データに負の符号を付け周波数制御データを生成する。正のデータの数と負のデータの数が等しい場合には、平均化回路部8の出力は無視し、周波数制御データは変化させない。

【0028】ローカル発生部11では、周波数制御データにより決定される周波数のローカル信号を発生し、直交復調器1へ出力する。

【0029】以上のような動作をした場合、図4(A), (B) 夫々の状態において、ローカル周波数がどのように変化するかを説明する。

【0030】先ず、図4(A)の場合は、平均化回路部8の出力は[1, 16]であるが、多数決回路部9の出力が[正のデータの数と負のデータの数が等しい]となっているので、ローカル周波数は変化させない。

【0031】一方、図4(B)の場合は、平均化回路部8の出力は[5, 74]であり、多数決回路部9の出力が、[正のデータの数が多い]となっているので、[+5, 74]に相当する制御電圧をローカル発生部11に加える。これによって、比較的速い速度でローカルの周波数が変化し、図4(A)の状態に素早く近付く。

【0032】この動作を図7の従来方式と比較すると、従来方式では、位相ずれデータそのものを平均化するので、平均化回路部12の出力は、図4(A)の場合は、 $(-3 \times 1 - 2 \times 2 - 1 \times 4 + 0 \times 5 + 1 \times 4 + 2 \times 2 + 3 \times 1) / 19 = 0$

となり、(B)の場合には、

$(3 \times 1 + 4 \times 2 + 5 \times 4 + 6 \times 5 + 7 \times 4 - 7 \times 2 - 6 \times 1) / 19 = 3.63$

となる。

【0033】これより分かるように、図4(A)の場合は、状態が変わらず同じ動作をするが、図4(B)の場合には、従来方式の方がローカル周波数の変化速度が遅く、この差はローカル周波数のずれが大きいときほど大きくなる。

【0034】図1における位相ずれ検出部5の例としては、ROM(リードオンリーメモリ)で構成する回路が考えられる。すなわち、デジタル復調部4からのIデータ及びQデータをROMのアドレス入力とする。これ等各アドレス対応に、予め算出して求められている位相ずれ情報(大きさと符号)を量子化して、例えば8ビット程度として格納しておく。

【0035】また、図1における周波数制御データ生成部10の例としても基本的にROMを用いた構成することができ、図5、図6にその具体例を夫々示している。

【0036】図5において、ROM51は平均化回路部8の8ビット出力と、多数決回路部9の3ビット出力と、後述するラッチ回路52の8ビット出力とをアドレス入力とする。これ等各アドレス対応に、予め算出して求められている周波数制御情報を、例えば8ビットデータとして格納しておく。

タとして格納しておく。

【0037】この周波数制御情報は、ラッチ回路52にて一度ラッチされた後、D/A変換器53へ入力されてアナログ周波数制御信号として出力される。ラッチ回路52のラッチ出力はROM51のアドレスの一部として供給されている。

【0038】多数決回路9の3ビット出力が正及び負の両データが等しい(概ね等しい)ことを示した場合には、前述した如く、周波数制御データは変化させないようにしていていることから、この場合にはラッチ回路52の出力を変化させないようにするために、ROM51の出力をROMのアドレスの一部として、当該多数決回路部9の出力が正、負データが等しいことを示したときに、このラッチ回路52の出力をそのままROM51の出力データとする様に、予めROM51に格納しておくものである。

【0039】この場合、多数決回路部9の出力3ビットを全てROM51のアドレス入力としているが、この出力3ビットのうち任意の2ビットを用いても良い。なぜならば、多数決回路部9の多数決結果は、上記した如く、正か、負か、どちらでもないかの3種(3ビット)であることから、2ビットで充分これ等3種の状態は全て表現できるからである。

【0040】図6は周波数制御データ生成部10の他の例を示しており、ROM51のアドレス入力には、平均化回路部8の8ビットと多数決回路部9の1ビット(図では、正が多いことを示すビット)とを供給している。

【0041】そして、多数決回路部9の別の1ビット(図では、負が多いことを示すビット)と先の正が多いことを示す1ビットとを2入力オア回路54へ供給し、このオア回路54の出力Aをアンド回路55の開閉制御に用いている。このアンド回路55はオア回路54の出力Aに従ってラッチ回路52のラッチクロックCLKのオンオフを行うものである。

【0042】オア回路54の出力Aでは、正のデータ数と負のデータ数とが等しいときには“0”となるので、アンド回路55によりラッチクロックCLKは停止して、ラッチ回路52のラッチ内容は変化せず、よってこの時は周波数制御データの変化はないことになる。

【0043】

【発明の効果】以上述べた如く、本発明によれば、C/Nが悪化した状態でも、ローカル周波数のずれの大きさに応じた速度でローカル周波数の制御を行うことができ、素早く受信側のローカル周波数を送信側のローカル周波数と一致させることができるという効果がある。

【0044】その理由は、位相ずれのデータを位相ずれの大きさと位相ずれの方向とを別々に処理し、位相ずれの大きさ情報のみを取り出し、平均化するため、C/Nが悪化し、位相ずれデータの符号が反転した場合でも影響を受けないため、ローカルの周波数ずれの大きさに対

応した速度で制御を行うことができるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のブロック図である。

【図2】QPSK変調時の位相平面上における信号点配置（コンスタレーション）を示し、（A）はローカル周波数ずれがなくまたC/Nも良い場合、（B）はローカル周波数がずれてC/Nは良い場合を夫々示す図である。

【図3】（A）はローカル周波数ずれがなくC/Nは悪い場合、（B）はローカル周波数がずれかつC/Nも悪い場合を夫々示すコンスタレーションである。

【図4】位相ずれ検出器5における出力分布の例を示したもので、（A）はローカル周波数ずれがなくC/Nが悪い場合、（B）はローカル周波数ずれがありかつC/Nも悪い場合である。

【図5】周波数制御データ生成部10の一例を示す図である。

【図6】周波数制御データ生成部10の他の例を示す図である。

【図7】従来の自動周波数制御方式を示すブロック図で 20

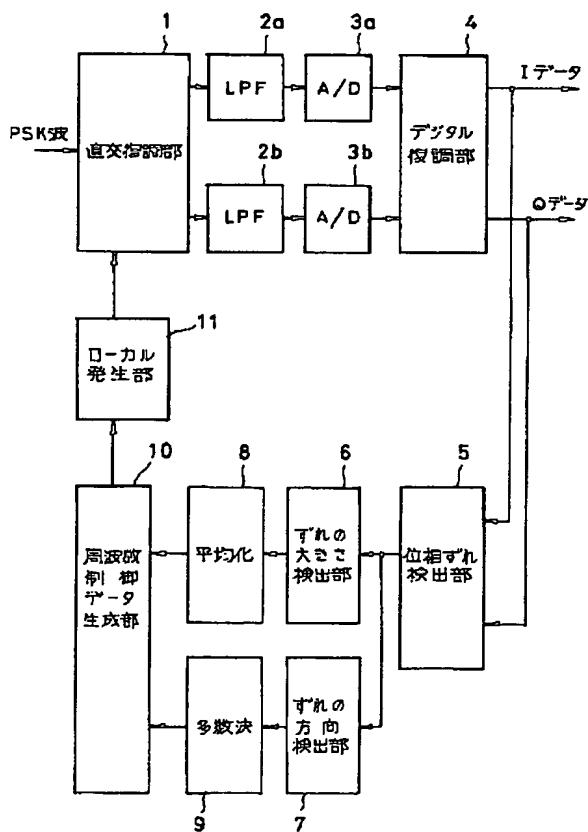
ある。

【図8】直交復調部1の例を示すブロック図である。

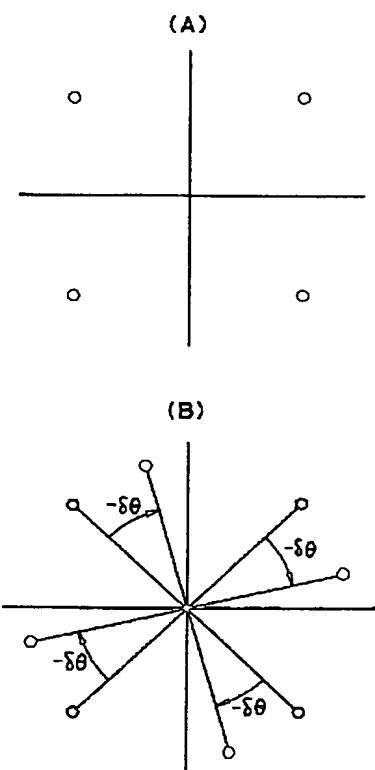
【符号の説明】

- 1 直交復調部
- 2a, 2b LPF
- 3a, 3b A/D変換部
- 4 デジタル復調部
- 5 位相ずれ検出部
- 6 ずれの大きさ検出部
- 7 ずれの方向検出部
- 8 平均化回路部
- 9 多数決回路部
- 10 周波数制御データ生成部
- 11 ローカル発生部
- 51 ROM
- 52 ラッチ
- 53 D/A変換部
- 54 オア回路
- 55 アンド回路

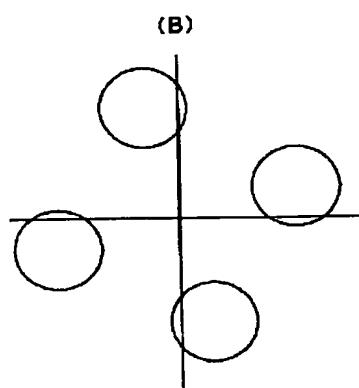
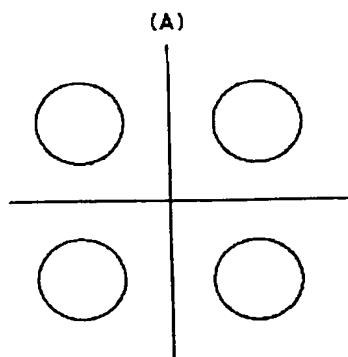
【図1】



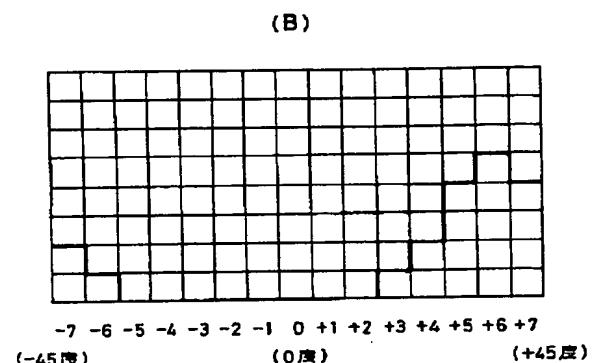
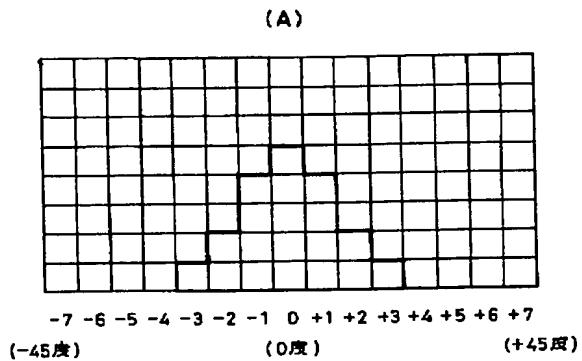
【図2】



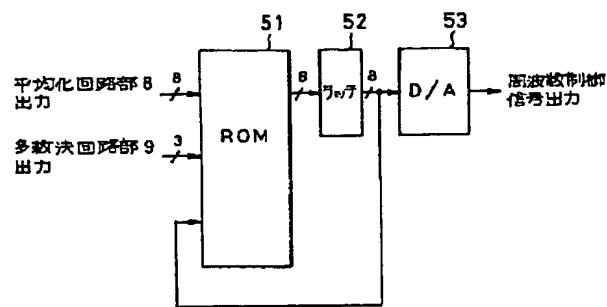
【図3】



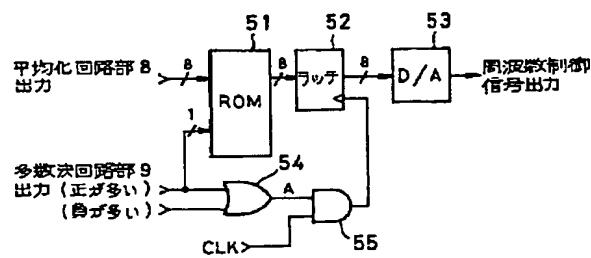
【図4】



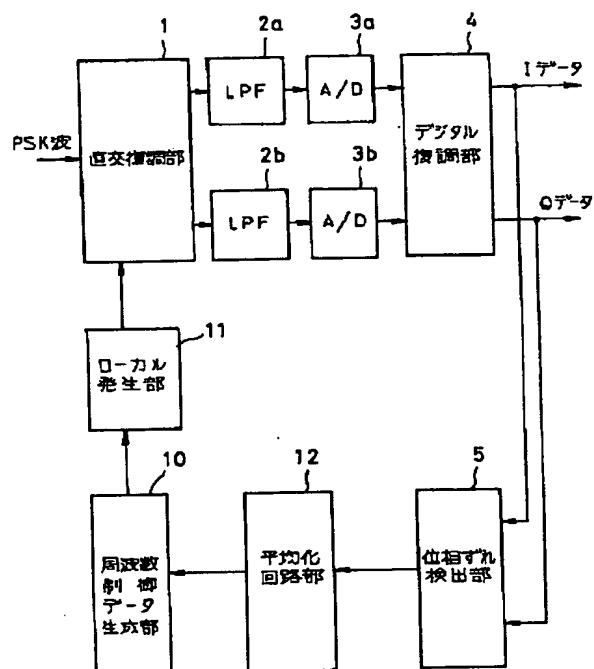
【図5】



【図6】



【図 7】



【図 8】

